

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

UNTER MITWIRKUNG DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-
CEMENT-FABRIKANTEN UND DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS

NO. 17.

VIII. JAHRGANG 1911.

Der Eisenbeton beim Bau der Norddeutschen Oelwerke in Hamburg.

Von Dipl.-Ing. Eugen Schilling, Ob.-Ingenieur der Firma F. W. & H. Förster in Kiel.

(Schluß.) Hierzu die Abbildungen Seite 130, 131 und 132.

Von den zu der Gesamt-Anlage der Oelwerke gehörigen Baulichkeiten verbleiben nunmehr noch die wichtigsten und nächst den Mehlspeichern auch an Größe bedeutendsten, der unmittelbar an das Maschinenhaus anschließende Pressensaal und die durch einen Hof

von den übrigen Baulichkeiten getrennte Raffinerie, dazu schließlich noch der Oelsaatsilo (vergl. Abb. 1 in No. 16).

10. Der Pressensaal erforderte schon hinsichtlich der Ausführung infolge der zahlreichen Aussparungen sehr große Sorgfalt. Die Kellerdecke (Abb. 15, S. 131) wurde für die Last von 72 Pressen zu je 8000 kg, sowie für eine Anzahl Walzenstühle, Kollergänge, Wärmepfannen und Kuchenschneidmaschinen berechnet; die übrigen Decken wurden für 600 kg/qm Nutzlast bemessen; das Dach wurde ebenfalls aus Eisenbeton-Konstruktion im Gefälle hergestellt. Die größte Bodenpressung betrug 0,4 kg/qcm; sie wird von einer Eisenbeton-Fundamentplatte mit unten liegenden Rippen aufgenommen. Die Stärke der Platte zwischen den Rippen beträgt 15 cm, die Höhe der Rippen 60 bzw. 85 cm.

11. Der Oelsaatsilo mit 5000 cbm Inhalt besteht aus drei Zellen und hat eine Höhe von 10 m; seine Grundfläche ist 500 qm und die Bodenpressung beträgt rd. 1 kg/qcm. Auch hierfür war ursprünglich eine Plattengründung vorgesehen, jedoch erwies sich der Boden bei der Ausschachtung für den Transportkanal als zu schlecht, sodaß für eine rissfreie Konstruktion eine Gewähr nicht übernommen werden konnte. Es wurden daher 110 Eisenbeton-Pfähle von 10 m Länge gerammt. Für diese Ausführung war noch ausschlaggebend, daß die Kaimauer für eine derartig hohe Auflast nicht berechnet war. Die Höchstbelastung eines Pfahles war 30 t. Unter dem Silo führt ein Transportbandkanal nach der Raffinerie und dem

Pressensaal. Der Silo schließt unmittelbar an die Kaimauer an, sodaß die zu Schiff ankommenden Rohmaterialien mittels Elevatoren gehoben werden können.

12. Die Raffinerie mit 1800 qm Grundfläche (vergl. den Grundriß Abb. 16, S. 131) ruht auf einer rippenlosen Fundamentplatte von ähnlicher Ausbildung wie bei dem Mehlspeicher. Die höchste Bodenpressung unter den Oeltanks ist 0,58 kg/qcm, hierfür wurde die Plattenstärke auf 35 cm bemessen bei kreuzweiser Armierung längs Ober- und Unterfläche. (Vergl. die in No. 16 vorausgeschickte Abbildung 4 auf Seite 126.) In die Kellerdecke sind 64 Oeltanks eingebaut mit 2,25 bzw. 2,1 m Durchmesser. Die Gesamtlast eines Tanks beträgt 27000 kg, seine Konstruktion zeigt Abbildung 17, während die Ausführung in Abbildung 18 wiedergegeben ist. Die übrigen Kellerdecken sind Bogendecken (Abbildungen 19 u. 20, S. 131). Die Ausführung der Tanks erforderte ebenfalls besondere Sorgfalt.

In den Abbildungen 12—14 in No. 16 und 21 und 22 S. 130 sind verschiedene Stadien der Bauausführung im Bilde dargestellt. Diese Abbildungen zeigen die Baugrube und die Gründungsarbeiten des Maschinenhauses, die mit nach

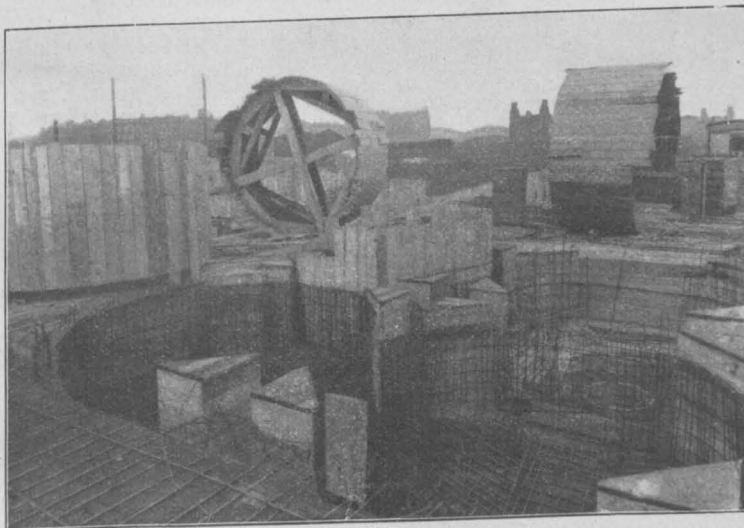


Abbildung 18. Oeltanks in der Raffinerie bei der Ausführung.

oben gekehrten Rippen versehene Fundamentplatte des Gebäudes der Extraktion, die Schalung, Armierung und Herstellung der Decken im Pressensaal und der Müllerei.

Der zu allen Konstruktionen verwendete Kies war Elbkies, die Mischung 1:4. Die Maschinen waren im Frühjahr dieses Jahres aufgestellt. Bisher hat sich an der Konstruktion in keiner Weise etwas Nachteiliges gezeigt.

Der Entwurf der Gesamt-Anlage stammt von den Architekten Lundt & Kallmorgen, General-Uebernehmer für die Ausführung war Otto Schultz, sämtlich in Hamburg, während die Eisenbetonarbeiten von der Firma F. W. & H. Förster in Kiel hergestellt wurden. —

Entwicklung der Zementindustrie. 1)

Von Dr. Goslich jun., Züllchow.

Im Jahre 1756 machte J. Smeaton die Beobachtung, daß „hydraulische Kalke“, d.h. solche, die nach dem Brennen unter Wasser erhärteten, tonhaltig waren. James Parker zog daraus die Konsequenz, ausgesuchte tonige Kalknieren zu brennen. Das Erzeugnis, in Anlehnung an die hervorragenden Bauten der Römer „Romanzement“ genannt, löschte sich so schwer, daß es gemahlen werden mußte. Erst 1824 aber kam Aspdin auf den Gedanken, eine künstliche Mischung von Ton und Kalk zu brennen und dann zu pulvern. Nach Michaelis („Tonind.-Ztg.“ 1905, S. 369) hat Aspdin bereits bis zur beginnenden Schmelze erhitzt. Durch Versuche legte er auch ein bestimmtes Mischungsverhältnis fest, nahm jedoch keine Rücksicht auf die wechselnde Beschaffenheit der Rohstoffe. Daher war die Beschaffenheit des neuen Erzeugnisses dem Zufall preisgegeben; da das aber beim Romanzement noch viel mehr der Fall war, so konnte der neue „Portland-Zement“ den Markt erobern. Der Name war willkürlich gewählt, weil das Produkt dem in England beliebten „Portlandstone“ an Farbe und Härte ähnelte, er hat sich aber inzwischen zu einer handelsüblichen Qualitäts-Bezeichnung entwickelt.

Erst deutscher Gelehrtenarbeit blieb der weitere Fortschritt vorbehalten.

Dr. Hermann Bleibtreu errichtete i. J. 1852 die erste Versuchsanlage für Portland-Zementfabrikation in dem Stettiner Vorort Züllchow.²⁾ Diese machte so schnelle Fortschritte, daß bereits 1855 die A.-G. „Stett. Portland-Cement-Fabrik (Lossius-Delbrück)“ daraus hervorging. Deshalb gilt Stettin — und wohl mit Recht — als Mutter der Zement-Industrie! Im Jahre 1890 war die Erzeugung der deutschen Zementfabriken bereits auf über 10, 1900 auf über 18 Mill. Faß (zu 170 kg netto) gestiegen. Heute gibt es außer der genannten noch drei andere Fabriken in der Umgebung von Stettin, und in Deutschland im ganzen 95 Portlandzement-Fabriken mit einer Erzeugung von rd. 30 Mill. Faß, das sind etwa 5000 Mill. kg.

Bleibtreu hatte als Assistent A.W.Hofmanns am Royal College in London Gelegenheit gehabt, sich mit der Untersuchung englischer Zemente zu befassen. Der Kölner Dombaumeister Zwirner bestätigte ihm die Zweckmäßigkeit, dem teuren englischen Zement Konkurrenz zu machen. Da aber die Engländer ihr Verfahren als Geheimnis ängstlich hüteten, mußte Bleibtreu es neu erfinden. Bleibtreus interessante Vorarbeiten sind nach seinem glücklicherweise erhaltenen Betriebsjournal in der Jubiläumsschrift der Stettiner Fabrik von 1905 niedergelegt. Seine erste Fabrikanlage³⁾ ist als Modell in ¹/₃₃ natürl. Größe im „Deutschen Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaften und der Technik“ in München genau wiedergegeben. Sie ist mit all ihren technischen Fehlern und Unvollkommenheiten als erste Stufe der Entwicklung der Zementindustrie anzusehen. Es wurde vorwiegend Handarbeit angewendet und alle Transporte wurden auf Karren ausgeführt. Aber trotz aller Unvollkommenheiten waren doch die Grundsätze der Fabrikation schon so ausgebildet, daß sie nach Einführung moderner Maschinenanlagen noch heute gelten.

Die Rohstoffe für die Zementfabrikation sind stets kohlen-saurer Kalk in allen seinen

¹⁾ Vortrag, gehalten in der allgemeinen Sitzung der 24. Hauptversammlung des „Vereins deutscher Chemiker“ in Stettin am 10. Juni 1911. Der Vortrag ist stellenweise gekürzt, namentlich sind die Ausführungen fortgelassen, die ohne die dem Vortrage beigegebenen Lichtbilder und kinematographischen Vorführungen nicht verständlich wären.

²⁾ K. Goslich, Geschichte der Stettiner Portland-Zementfabrik 1905.

³⁾ Goslich jr. „Tonind.-Ztg.“ 1908, S. 150.

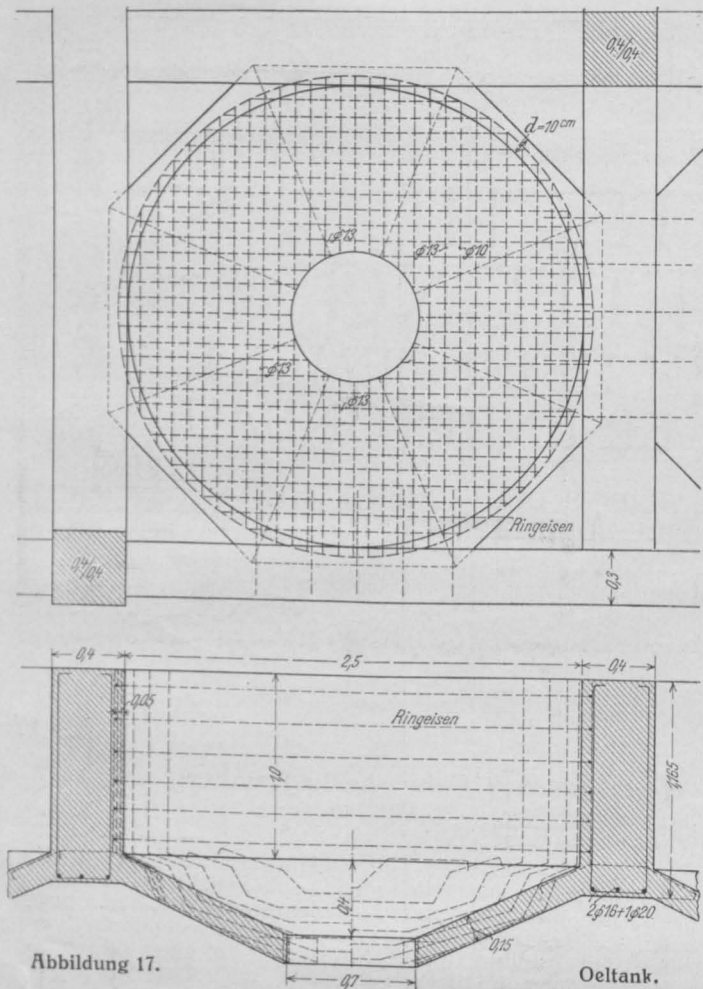


Abbildung 17.

Oeltank.

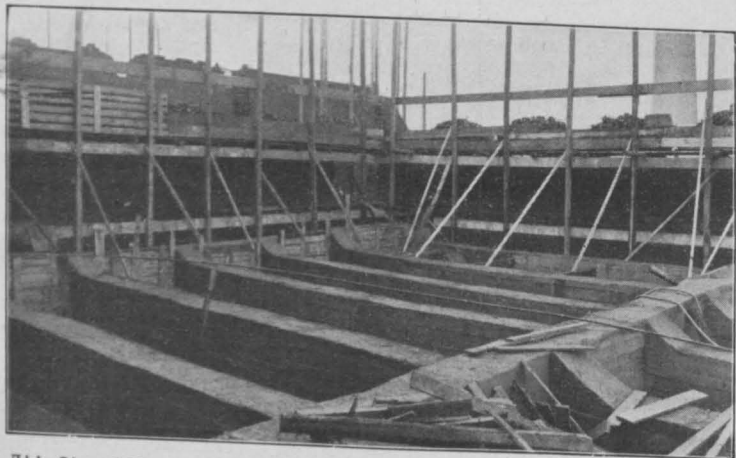


Abb. 21 und 22. Baugrube des Maschinenhauses und Fundamentplatte der Extraktion. Der Eisenbeton beim Bau der Nordd. Oelwerke in Hamburg.

Spielarten und Ton. Statt des letzteren lassen sich auch andere Silikate verwenden, wie z. B. die Hochofenschlacken. Dieses Verfahren ist jedoch nicht mit dem sogenannten „Eisenportlandzement“ zu verwechseln, von welchem später noch die Rede sein wird. Die Rohmasse enthält überall etwa 75 % kohlen-sauren Kalk und wechselnde Mengen von Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd (wichtig als Flußmittel). Unwesentlich treten daneben als Verunreinigungen der Rohstoffe und der Kohlenasche auf: Magnesiumkarbonat, Alkalien, schwefelsaurer Kalk. Letzterer wird auch in Form von ungebranntem Gips vielen Zementen zur Regelung der Bindezeit zugesetzt, darf aber 3% nicht überschreiten.

Beim Brennen des Zementes werden die Rohstoffe in pyrochemische Reaktion gebracht, weshalb es wesentlich ist, daß die Masse bis zur Sinterung, d.h. bis zur beginnenden Schmelze, erhitzt wird. Hierin ist der Unterschied zwischen Portlandzement einerseits und Romanzement anderseits gekennzeichnet.

Zunächst wird die Kohlensäure ausgetrieben. Bei der Sintertemperatur schließt der Kalk die Silikate auf und geht mit ihnen chemische Verbindungen ein, die durch Salzsäure völlig zersetzbar geworden sind. Gemahlen und mit Wasser angerührt, erhärtet der Zement gesteinsartig.

Die chemische Analyse sämtlicher deutschen Portlandzemente im Laboratorium des „Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten“ in Karlshorst ergab 1910 folgende Mittelwerte:

In Salzsäure unlöslich	0,91%
Kalk (CaO)	63,47%
Kieselsäure (SiO ₂)	21,29%
Tonerde (Al ₂ O ₃)	7,64%
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	2,72%
Magnesia (MgO)	1,53%
Schwefelsäure (SO ₃)	1,77%
Schwefel als Sulfid	0,10%
Rest (Alkalien usw.)	0,56%

Das Verhältnis	
CaO	1
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	war 2,02

Dieser sogen. „hydraulische Modul“ dient zur Berechnung der Rohmischung. Er muß zwischen 1,8 bis 2,2 liegen. Läßt er sich mit den vorhandenen Rohstoffen nicht erreichen, so müssen der Rohmischung entsprechende Zuschläge gegeben werden. Auf diese Weise wird für jedes Rohmaterial eine normale Zusammensetzung erprobt. Diese muß dann auf Zehntelprozent genau inne gehalten werden, da das Erzeugnis anderenfalls seine Eigenschaften völlig verändert.

Das Studium der Konstitution des Portland-Zementes hat noch nicht zu abschließendem Urteil geführt. Erwähnt sei hier nur, daß das früher meist angenommene 3 CaO · SiO₂ nach den vorzüglichen Arbeiten von Otto Schott nicht im Zement vorhanden sein kann, da es stark treibt, also sein Volumen ver-

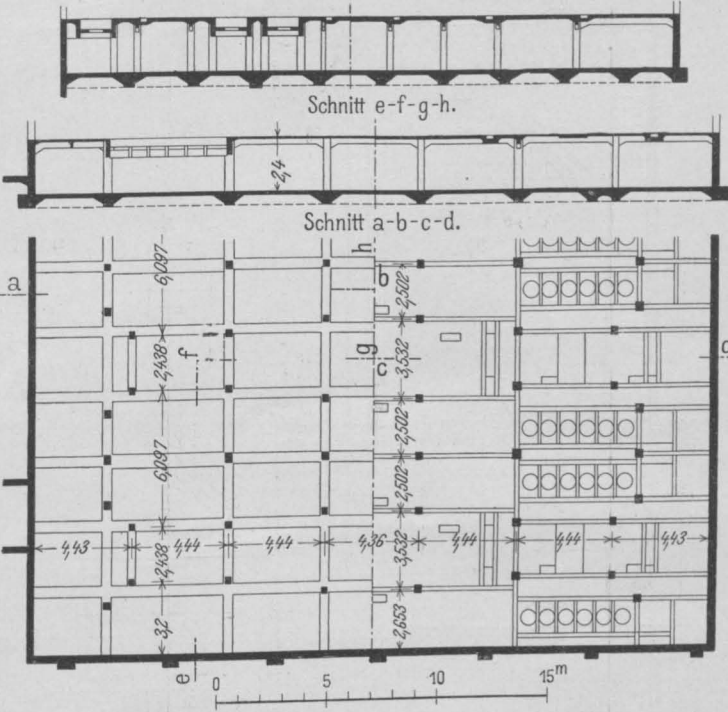


Abb. 15. Grundriß und Schnitte durch das Untergeschoß des Presssaales.

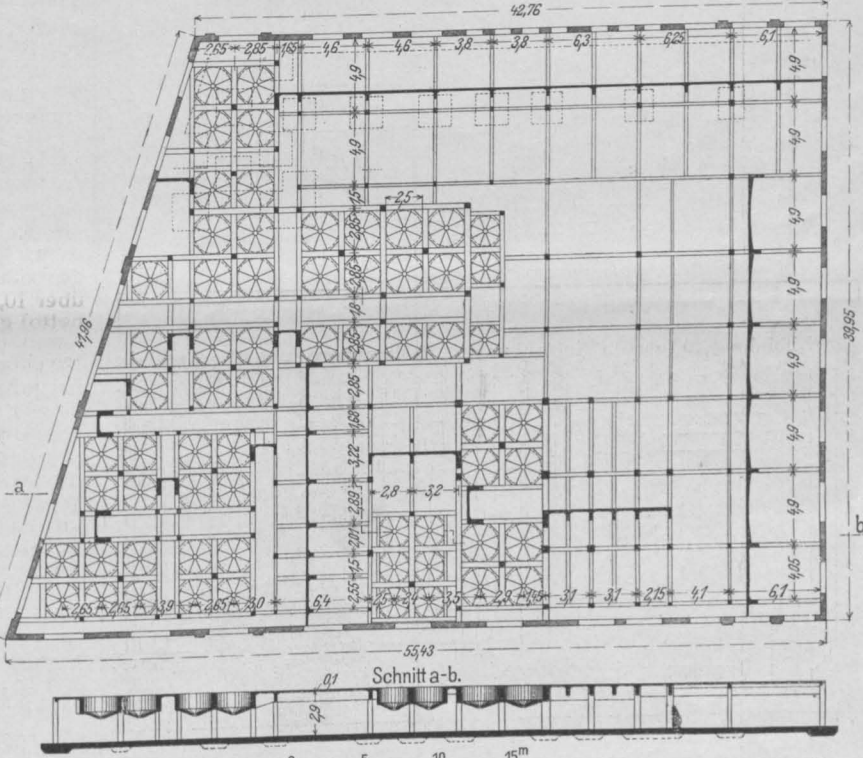


Abbildung 16. Grundriß und Schnitt der Raffinerie mit 64 Oeltanks.

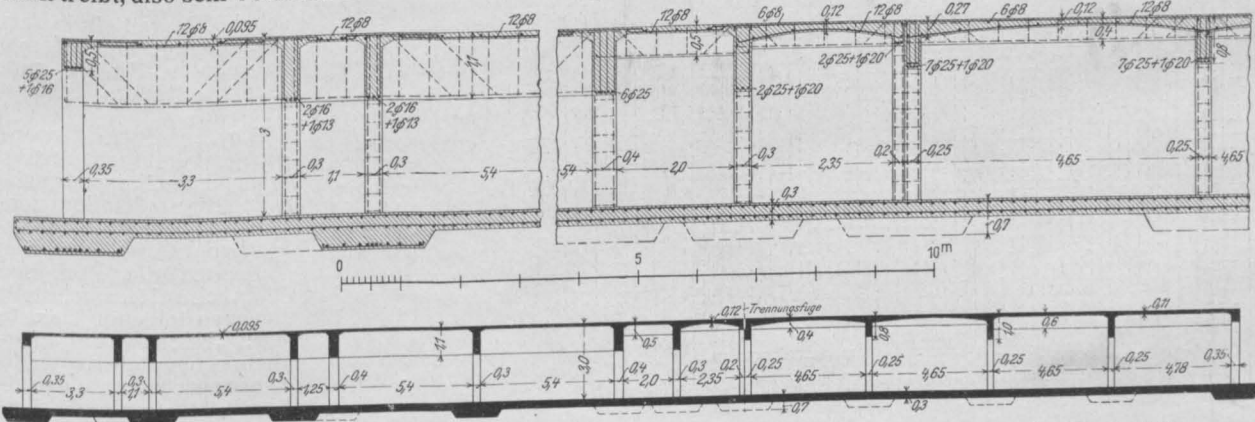
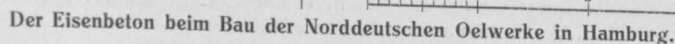
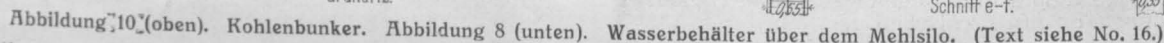


Abbildung 19 und 20. Gesamtschnitt durch das Untergeschoß der Raffinerie und Einzelheiten der Konstruktion. Der Eisenbeton beim Bau der Norddeutschen Oelwerke in Hamburg.



Der Erhärtungsvorgang ist erst recht strittig. Die meisten Forscher nehmen Krystallisationsvorgänge an. Der kürzlich verstorbene Altmeister der Zementchemie, Professor W. Michaelis sen., stellt dagegen folgende Theorie auf: „Nicht der allgemein behauptete Krystallisationsprozeß kann den eigentlichen hydraulischen Erhärtungsvorgang erklären, vielmehr ist die kolloidale Bildung von Kalk-

hydro-Silikat und in untergeordnetem Maße auch von Kalkhydro-Aluminat und -Ferrit das allein Eigenartige und Wesentliche bei dem Erhärtungsvorgang aller bekannten kalkhaltigen hydraulischen Bindemittel. Die Erhärtung erfolgt durch innere Absaugung der Hydrogele.⁴⁾

Was hier kurz auseinandergesetzt worden ist, faßt die Begriffserklärung der deutschen Normen für Portlandzement folgendermaßen für die Praxis zusammen:

„Portlandzement ist ein hydraulisches Bindemittel mit nicht weniger als 1,7 Gew.-Teilen CaO auf 1 Gew.-Teil löslicher $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, hergestellt durch feine Zerkleinerung und innige Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Sinterung und Feinmahlen.“

sammensetzung ist schwerer möglich. Die Wahl des Verfahrens ergibt sich aus der Härte der Rohstoffe, aus der Berücksichtigung der Kosten einerseits und der Güte anderseits.

In vielen Fällen sucht man einen Mittelweg. Man mischt Schlamm mit gemahlenem Gut, oder man nähert sich dem Dünnschlammverfahren in der Dickschlammerei oder auch dem Müllereiverfahren in der Naßvermahlung. Die Wahl der Aufbereitung hängt ferner auch ab vom Brennofensystem. Das neueste Ofensystem z. B., der Drehofen, erlaubt höchstens 40% Wasser in dem ihm zugeführten Schlamm.

Die in den Absetzbecken eingedickte Masse, oder der Dickschlamm oder das Rohmehl bzw. ein Gemisch

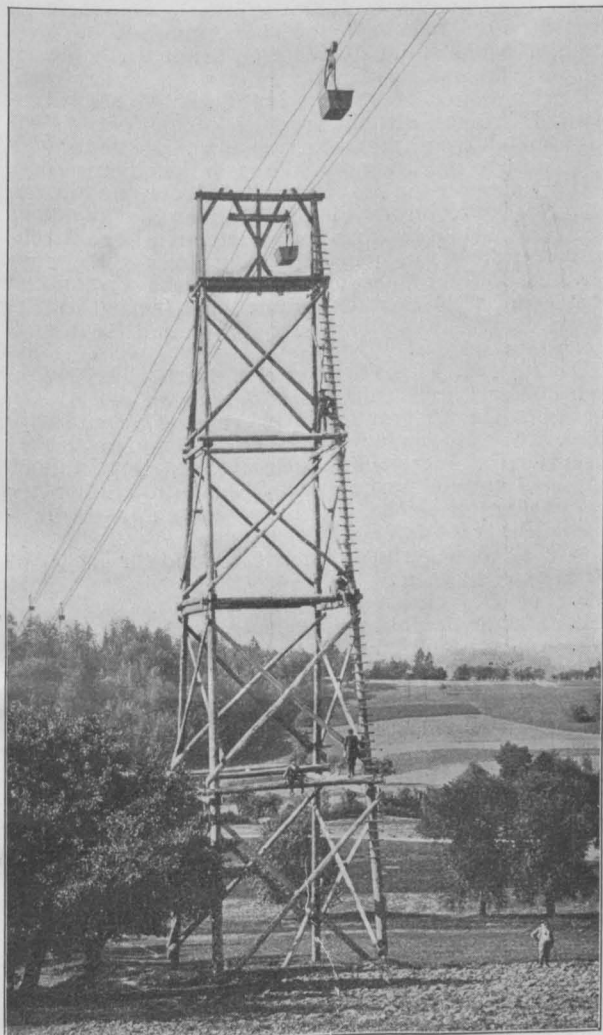


Abb. 3. Höchste Stütze der Drahtseilbahn Purgstall—Teufelsberg.
Drahtseilbahnen bei der Ausführung von Ingenieurbauten.

Dieser Satz führt nach der theoretischen Abschweifung zurück auf die Entwicklung der Technik. Die „feine Zerkleinerung und innige Mischung“ ist unbedingt erforderlich, um die chemische Reaktion beim Brennprozeß zu ermöglichen.

Bleibtreu's primitives Verfahren der Zerkleinerung und Mischung von Hand ist selbstverständlich längst überholt. Die im richtigen Verhältnis gemischten Rohstoffe werden heute entweder geschlämmt oder trocken vermahlen, einen Mittelweg stellt die Naßvermahlung dar.

Die Dünnschlammerei, wie sie z. B. bei den Kreide verarbeitenden Stettiner Fabriken zum Teil in Gebrauch ist, hat den großen Vorzug, daß die Verunreinigungen — mechanische, wie Sand und Steine, und chemische, wie Magnesia und Alkalien — entfernt werden. Der Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß zur Entfernung der ganz erheblichen Wassermengen (bis zu 80% der Schlamm-Masse) weit ausgedehnte Absatzbecken erforderlich sind. Der Trockenmüllerei-Prozeß nimmt viel weniger Raum in Anspruch und ist infolgedessen in Anlage und Betrieb billiger. Dagegen bleiben alle Verunreinigungen der Rohstoffe erhalten, eine Korrektur der chemischen Zu-



Abbildung 4. Doppelte Spannstation (zu Abb. 2 und 3.)

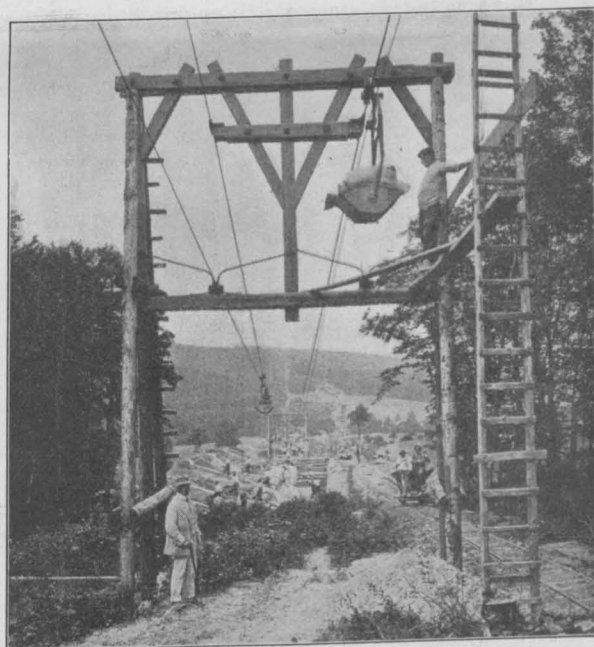


Abbildung 5. Drahtseilbahn in St. Georgen
(II. Hochquellenleitung für Wien.)

dieser Stoffe mußte und muß nun bei allen bisher üblichen Verfahren in eine handliche Form gebracht werden. Bleibtreu's Handstrichziegelei wich natürlich später den für die Mauersteinziegelei erfundenen Tonschneidern und Pressen. Das Rohmehl wird hierfür angenetzt oder in Trockenpressen zu Steinen geformt. Die Steine werden nach Bedarf im Freien, auf geheizten Darren oder in „Kanaltröcknung“ getrocknet. Anderenfalls würden sie beim Einwurf in den heißen Ofen zerplatzen und den Ofen verstopfen.

Die geschlämmte Masse schnell und billig von ihrem Wassergehalt zu befreien, ist eine Aufgabe, welche von

⁴⁾ W. Michaelis, Der Erhärtungsprozeß der hydraulischen Bindemittel. Dresden 1909.

der Technik noch nicht gelöst ist. Auf Zentrifugen tritt eine Entmischung der Materialien ein. Andere Methoden haben gleichfalls noch nicht zum Erfolge geführt.

In diesem Abschnitt der Fabrikation hat sich also seit Bleibtreu, abgesehen von maschineller Bearbeitung und maschinellem Transport, nichts geändert.

Sehr wesentliche Fortschritte haben dagegen die Oefen gemacht. Aspdins Ofen hat bereits Bleibtreu verbessert. Der Bleibtreu-Ofen ist als die Urform des periodischen Schachtofens zu betrachten.

Inzwischen hatte Hoffmann seinen Ringofen für Ziegeleien konstruiert. Dieser wurde 1866 von Dyckerhoff in Biebrich am Rhein zuerst und dann auch von Anderen für die Zementbrennerei benutzt. Aber erst nach längeren Versuchen gelang es, ihn brauchbar umzugestalten. Er ist mit diesen Verbesserungen noch jetzt üblich. Er hat einen höheren Kohlenverbrauch als der Etagenofen, trocknet aber mit seiner Abwärme seine Rohsteine in darüber angeordneten Gerüsten selbst.

Während beim Ringofen das Feuer wandert, gelang es Dietzsch 1884, das Brenngut durch den stillstehenden Feuerraum wandern zu lassen. Er ging vom alten Schachtofen aus und löste die Frage des ununterbrochenen Betriebes, indem er den Schacht in zwei Abteilungen zerlegte, deren obere sich über einen seitwärts knieförmig herausgestreckten Herd erhebt. Hierdurch wurde es ermöglicht, die Steine im oberen Schacht durch die hindurchziehenden Verbrennungsgase vorzuwärmen und erst beim Eintritt in den weißglühenden Heizschacht das Brennmaterial zuzusetzen. Die Klinker sinken weiter nach unten und kommen aus den unten angeordneten beweglichen Rosten ziemlich abgekühlt heraus.

Von anderen kontinuierlichen Schachtofen hat nur der „Schneiderofen“, aber nur für Trockenverfahren, Bedeutung erlangt. Die Rohsteine werden schon auf der Presse mit Koksgruß gemischt und dann in den Brennschacht gestürzt.

Alle derartigen Versuche, den Schachtofen und den Ringofen zu verbessern, sind ins Stocken geraten durch Einführung eines ganz anderen Prinzips, des bewegten Ofens. Drehbare Ofen waren schon vorher für verschiedenartige Zwecke im Gebrauch. Der erste jedoch, welcher sie in die Zementindustrie einführte, war der Engländer Frederik Ransome, welcher am 2. Mai 1885 ein englisches Patent darauf nahm, durch Einführung eines feinen Rohmehles in eine drehbare Brenntrommel das Mahlen des Zementes überflüssig zu machen, oder doch zu erleichtern. Selbstverständlich mußte die Ausführung dieses Gedankens mißlingen, da ja für die pyrochemische Reaktion eine Verklünerung, eine Sinterung notwendig ist.

Ungefähr zu gleicher Zeit wurden in Northampton in Nordamerika die Atlas-Cement-Works gegründet, welche dem Drehofen von Anfang an ein lebhaftes Interesse entgegenbrachten. Die Verhältnisse lagen hier aber auch besonders günstig, da in Amerika bekanntlich die Löhne sehr hoch sind (und daran wird beim Drehofen gespart!), während das reichlich benötigte Brennmaterial in Gestalt der Petroleum-Destillations-Rückstände sehr billig und in zweckmäßiger Form zur Verfügung stand. Mit zäher Ausdauer und ungeheurem Kostenaufwand wurde endlich das „Hurry- und Seaman“-System brauchbar gestaltet.

Diese Versuche blieben geheim. Deshalb mußte der Ofen in Europa neu erfunden werden. Es ist eine Ehrenpflicht, hier Karl von Forell zu nennen, der seine Person und sein Vermögen für die Idee einsetzte, sie schließlich durchgeführt hat und noch jetzt an Verbesserungen arbeitet. Seine Versuche in Lollar reichen bis 1896 zurück. Nachdem diese Anlage die Kinderkrankheiten einigermaßen überwunden hatte, wurden die Materialien verschiedener Fabriken darin gebrannt. Die Patente wurden 1899 von der „Brennofen-Bauanstalt G. m. b. H.“ übernommen, welche sich später mit der Firma G. Polysius in Dessau, vereinigte.

Sobald die Sache ging, wandten sich ihr natürlich alle einschlägigen Maschinenfabriken zu. Nach langen Patentstreitigkeiten hat man sich schließlich geeinigt, so daß der Drehofen jetzt in allen Ausführungen eine ziemlich übereinstimmende Gestalt angenommen hat. Er besteht aus zwei schwach geneigten, meist übereinander liegenden Trommeln, welche langsam gedreht werden. Das obere, eigentliche Brennrohr, aus starkem Eisenblech und feuerfest ausgefüttert, hat meist 2 m Durchmesser und eine Länge von 30–50 m. Die Amerikaner gehen bis zu einer Länge von 70 m, aber lediglich um zu bluffen, denn der Betrieb ist unwirtschaftlich. Das gut zerkleinerte und im richtigen Verhältnis gemischte Rohmaterial (im Trockenverfahren hergestelltes Rohmehl, Dickschlamm, oder auf höchstens 40% Wassergehalt einge-

dicke Dünnschlamm) kommt durch Förderschnecken am oberen kälteren Ende hinein, läuft im Gegenstrom den Heizgasen entgegen und wird allmählich getrocknet. In der nächsten Zone wird die Kohlensäure ausgetrieben, und am unteren Ende wird das Material bis zum Sintern erhitzt. Da diese Strecke verhältnismäßig kurz ist, sucht man den Wirkungsgrad durch Erweiterung der Sinterzone zu vergrößern. Die fein gemahlene Kohlen werden durch ein Gebläse in den Ofen hineingesprüht und entzünden sich am heißen Ofeninneren. Der Ofenkopf ist fahrbar eingerichtet, damit man bei erforderlichen Ausbesserungen in den Ofen gelangen kann. Die „Klinker“ fallen in Form kleinerer Brocken durch einen Schacht in die Kühltrommel. Aus dieser gelangen sie ziemlich abgekühlt auf eine automatische Fördereinrichtung, welche sie zur Mühle befördert. Das Material durchläuft also den ganzen Betrieb automatisch, das Verziegeln, Trocknen und die vielfach damit verbundenen Transporte fallen fort.

Der Ventilator saugt seine Luft durch die Kühltrommel an. Hierdurch wird die Trommel gekühlt und gleichzeitig Heißluft dem Brennrohr zugeführt. Die Ventilator-Lager müssen natürlich durch Wasser gekühlt werden.

Die Heizgase verlassen das Brennrohr am oberen Ende. Das Heizrohr greift in die Wand der Staubkammer hinein und ist durch einen aufgenieteten breiten Blechring gegen die Wand abgedichtet. In der Staubkammer setzt sich die Flugasche ab. Die Heizgase werden von hier teils durch die Trockentrommel, teils (soweit zur Erhaltung des Schornsteinzuges nötig) unmittelbar zum Schornstein geleitet.

Der Antrieb jedes Ofens erfolgt durch einen 30 PS.-Elektromotor mittels Stirnradzahnkranz an der oberen Lagerung. Die anderen Lager haben zwei Gegendruckrollen. Alle Lagerungen sind durch Laufbühnen verbunden und vom Brennerstand bequem zu erreichen. Sämtliche Regulier-Apparate für Rohmehl-, Kohle- und Luftzuführung werden gleichfalls vom Brennerstand aus bedient.

Die Vorteile des Drehofens sind:

1. Eine sehr geringe Arbeiterzahl im Vergleich zur älteren Betriebsweise.
2. Fortfall jeglicher Handarbeit.
3. Geringe Raumbeanspruchung.
4. Außerordentlicher harter Brand und damit Verbesserung der Güte (hohe Festigkeit).
5. Gute Regulierbarkeit.

(Der Brenneffekt kann nach Bedarf geändert werden, was manche Werke verleitet, beim Drehofenbetrieb bis an die gefährliche Höchstgrenze des Kalkes heranzugehen. Dadurch werden zwar enorme Festigkeiten erzielt, aber bei einem kleinen Fabrikationsfehler ist die Gefahr des „Treibens“ gegeben.)

Die Nachteile des Ofens sind:

1. Ein großer Kohlenverbrauch sowohl für den Ofen selbst, als auch für die Nebeneinrichtungen. Die Kalkulation muß also das Verhältnis der Löhne zu den Kohlenpreisen berücksichtigen.

2. Da die Asche im Zement bleibt, der Drehofen aber sehr viel Kohlen verbraucht, so gelangt auch eine hohe Aschenmenge in den Zement, welche seine Güte nicht vorteilhaft beeinflusst. Man muß eine verhältnismäßig aschenreine, d. h. teure Kohle anwenden.

3. Zum Teil durch den Aschengehalt, aber auch infolge des harten Brandes wird die Reaktion des Abbindens mit Wasser so stark beschleunigt, daß es mit den üblichen Hilfsmitteln (Lüften der Klinker, Zumahlen von rohem Gips) häufig nicht gelingt, eine praktisch verwendbare Abbindezeit zu erreichen.

4. Wegen der Schnelligkeit des Verfahrens ist die chemische Kontrolle erschwert.

5. Infolge des harten Brandes geht die Leistung der Mühle zurück (nur scheinbarer Fehler).

6. Die Kohlenmüllerei bedingt eine gewisse Feuergefahr, wenn schon die Furcht davor bisweilen übertrieben wird.

7. Um den Wärmeverlust auf ein wirtschaftliches Maß herabzusetzen, müssen die Ofen eine Größe und damit eine Leistungsfähigkeit erhalten, welche bei einem Ofen der ganzen Erzeugung einer kleineren Fabrik entspricht. Bei einer Ofenausbesserung müßte also der ganze Betrieb stehen, eine Betriebseinschränkung wäre überhaupt nicht möglich. Kleine Fabriken müssen sich also zu weniger wirtschaftlichen kleineren Abmessungen entschließen.

Trotz alledem wird der Drehofen in der Zukunft wahrscheinlich immer mehr das Feld erobern. Ein wesentlicher Fortschritt ist von der Anwendung der Gasfeuerung zu erwarten. Diese Frage ist aber noch nicht befriedigend gelöst. —

(Schluß folgt.)

Drahtseilbahnen bei der Ausführung von Ingenieurbauten.

Von Dipl.-Ing. Hans Wettich in Leipzig. Hierzu die Abbildungen S. 133.

Schwebebahnen fanden bereits in ihren frühesten Anfängen, als man die Fahrbahn noch aus zusammengeschweißten Rundeisenstäben herstellte, bei der Ausführung von Ingenieurbauten Verwendung; es sei nur erinnert an die nach den Ideen und zum Teil auch nach den Angaben v. Dücker's i. J. 1872 gebaute Schwebebahn von 2148 m Länge zum Transport von Bruchsteinen und Mauer sand von der Eisenbahn Metz—Saarbrücken zu den Festungsbauten des Forts Queuleu vor Metz.*)

Festungsbauten mit ihren großen Materialbewegungen waren es denn auch, die unter den Ingenieurbauten in den folgenden Jahren mit in erster Linie die Drahtseilbahn für die Materialförderung heranzogen. So benutzte gegen 1877 die Baugesellschaft Wittkop, Jerschke & Walter in Straßburg i. E. mehrere Jahre lang eine Bleichert'sche Drahtseilbahn zur Erdförderung bei den Wallerschüttungen der damals in Angriff genommenen neuen Stadt-Enceinte Straßburgs.

Im Jahre 1882 hatte die Firma Mürdel & Roschmann in Ulm eine 900 m lange Bahn aus derselben Fabrik zum Bau eines Forts bei Ulm im Betrieb. Von dieser Bahn wird, ebenso wie von den vorerwähnten Anlagen, in zeitgenössischen Berichten der bekannte Vorzug der Schwebebahn hervorgehoben, der in der geringen Beanspruchung des der landwirtschaftlichen Benutzung dienenden Geländes besteht, aber außerdem noch besonders bemerkt, daß durch die Drahtseilbahn gegenüber dem Fuhrwerksbetrieb eine große Zeitersparnis in den Materialtransporten, eine geringe Raumbeanspruchung auf den Lagerplätzen und eine ganz beträchtliche Fuhrlohn-Ersparnis erzielt wurde.

Von 1881 an verwandte die Forts-Baugesellschaft Houtermanns & Cordes in Thorn eine 1350 m lange Bleichert'sche Drahtseilbahn, die von der kgl. Fortifikations-Ziegelei zur Baustelle des Forts VI bei Thorn führte. Sie förderte im Monat außer den Bruchsteinen für das Fundamentmauerwerk eine Million Ziegelsteine, eine für jene Zeit recht beträchtliche Leistung. Mit dieser Bahn wurde auch Kalk transportiert. Die Förderkübel wurden in den Endstationen auf Feldbahngleise abgesetzt, sodaß man die Baumaterialien ohne Umladung oder Zwischenlagerung bis zur Verwendungsstelle fahren konnte, wodurch Lagerplätze und deren Bedienung vermieden und die hierfür sonst erforderlichen Unkosten gespart wurden.

Gegen 1885 ist dann eine Drahtseilbahn der Bauunternehmung Giovanni Fabrello in Vincenza bemerkenswert, die zu schwierigen Fortifikationsarbeiten am Monte Maso im Leogra-Tale benutzt wurde und es gestattete, alle Arbeiten bei ungewöhnlich niedrigen Transportkosten ohne jede Stockung durchzuführen, obgleich auf dem Bauplatz selbst so gut wie kein Raum zur Stapelung von Baumaterialien vorhanden war. Hier wurde also eine vollkommene Trennung zwischen Lagerplatz und Bauplatz durchgeführt, sodaß die Drahtseilbahn an Stelle eines Handlangers dem Maurer die Steine in die Hand lieferte.

Diese Bahnen sind, wenn man so sagen darf, als Etappen in der Benutzung von Drahtseilbahnen für Bauunternehmungen zu betrachten insofern, als sich bei den einzelnen Anlagen stets neue und vorteilhafte Eigenschaften der vom Gelände unabhängigen Schwebebahn für die Anfuhr, Schonung und Lagerung der Baumaterialien und für die Schonung der Wege und Verminderung der Transportkosten zeigten. Die drei letztgenannten Anlagen fanden daher auch eine eingehende Würdigung in No. 44 und 46 der „Deutschen Bauzeitung“ vom Jahre 1883 in einem Aufsatz: Drahtseilbahnen nach System Bleichert.

Die folgenden Jahre brachten die Verwendung von Drahtseilbahnen nicht nur zu Fortifikationsarbeiten, son-

dern auch bei der Ausführung sonstiger Ingenieurbauten, zur Heranschaffung der Baumaterialien, zum Ersatz von Lagerplätzen und namentlich zur unmittelbaren Verbindung von Kiesgruben, Ziegeleien, Bahnhöfen, Flüssen und Kanälen mit den Bauplätzen. Trotzdem die automatischen Schwebebahnen in allen diesen Fällen nur während der Bauausführung, also nur während einer verhältnismäßig kurzen Zeit benutzt wurden, zeigte sich doch stets eine große Wirtschaftlichkeit derselben, be-

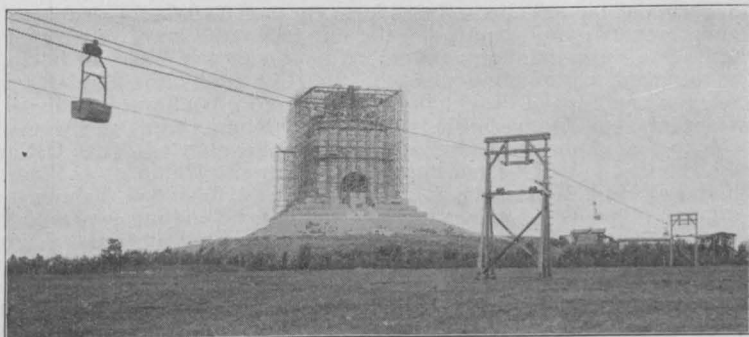


Abb. 1. Drahtseilbahn beim Bau des Völkerschlacht-Denkmales zu Leipzig.



Abb. 2. Beladestelle der Drahtseilbahn Purgstall—Teufelsberg. (II. Hochquellenleitung für Wien.)



Abb. 6. Endstation der Drahtseilbahn in St. Georgen am Steinfeld. (II. Hochquellenleitung für Wien.)

dingt durch die Ersparnis an Transportarbeitern, Vermeidung von Straßenunterhaltungskosten, Fortfall besonderer Zufuhrwege, Verkürzung der Bauzeit, Schonung fremden Grund und Bodens usw. Im Folgenden seien nun neuere bemerkenswerte Anlagen aus der Fabrik von Adolf Bleichert & Co., Leipzig behandelt, die ein Bild vom heutigen Stand der Entwicklung von Schwebebahnen für Bauunternehmungen geben.

Abbildung 1 zeigt zunächst die bekannte Drahtseilbahn, die zum Bau des Völkerschlacht-denkmals bei Leipzig benutzt wird. Die Bahn wurde 1902 mit einer Länge von 1500 m zur Verbindung einer Kiesgrube mit den Betonmischmaschinen auf dem Bauplatz errichtet. Man

*) Vergl. Dieterich, Die Erfindung der Drahtseilbahn. Verlag von Hermann Zieger, Leipzig, 1908.

mußte sich in diesem Falle zu einer Schwebebahn für die Lösung der Transportfrage entschließen, weil der lebhafteste Verkehr von Schaulustigen und Fuhrwerken am Fuße des Denkmals Fuhrwerks- oder Lokomotivförderung für die Kiesmassen ausschloß. Dazu kam die recht beträchtliche Steigung zwischen der Kiesgrube und dem Bauplatz und die Linienführung über ein landwirtschaftlichen Zwecken dienendes Gelände, sodaß die Schwebebahn auch wirtschaftlich die vorteilhafteste Lösung bildete. Mit der Vollendung der eigentlichen Bauarbeiten am Denkmal im kommenden Frühjahr wird die Drahtseilbahn ihren Zweck erfüllt haben und abgerissen werden, nachdem sie 90000 cbm Sand und Kies gefördert hat. Bemerkenswert ist die Linie dadurch, daß sie mit einem Knick kurz vor dem Denkmal geführt werden mußte, und daß der entstehende Winkel durch eine Kurvenstation gebildet wird, die von den Wagen unbeaufsichtigt ohne menschliche Hilfe und ohne Lösung vom Zugseil durchfahren wird. Die Endstation, wo der Inhalt der Wagen in die Trichter der Betonmischmaschinen ausgekippt wird, ist ebenfalls im Winkel angelegt.

Abb. 2 zeigt den Auslauf der Beladestation einer Bahn, die der Firma F. Marinelli & L. Faccanoni in Wien dazu diente, über eine Länge von 5000 m mit einer Steigung von ungefähr 100 m Zement und Sand von der Kiesgrube in Purgstall nach Teufelsberg zum Bau des zweiten Loses der Wiener Hochquellenleitung zu fördern. Nachdem die Bahn mit der Fertigstellung dieses Baues ihren Zweck erfüllt hatte, zeigte es sich, daß sie in allen Teilen noch so vorzüglich imstande war, daß sie ohne weiteres abgebrochen und ohne Neuanschaffungen oder wesentliche Umänderungen sofort wieder bei der Vergrößerung der Hochquellenleitung mit einer Länge von 2600 m in St. Georgen am Steinfeld aufgestellt werden konnte. Die neu errichtete alte Anlage diente denselben Zwecken wie bisher, nur mit dem Unterschied, daß die stündliche Leistung von 30 auf 40^t gesteigert wurde, doch arbeitet sie unter diesen erhöhten Ansprüchen ebenso zufriedenstellend wie an ihrem alten Standort.

Abbildung 3 gibt ein Bild vom Verlauf der Strecke und zeigt die höchste Stütze und eine größere Spannweite. Die Trasse, auf denen die Wagen laufen, werden bei den Bleichert'schen Drahtseilbahnen durch angehängte schwere Gewichte in ständig gleicher Spannung

gehalten, sodaß eine Ueberlastung der Seile ausgeschlossen ist. Sofern diese Spannungsgewichte auf der Strecke angeordnet werden müssen, wird die Verbindung der Trasse in einer sogenannten Spannstation durch feste Hängebahnschienen bewirkt, die mit ausgehöhlten zugespitzten Enden über die abgelenkten Trasse übergreifen, sodaß die Spannstationen durch die Wagen von selbst und ohne Lösung vom ständig umlaufenden Zugseil durchfahren werden. Abbildung 4 zeigt die doppelte Spannstation der Drahtseilbahn Purgstall-Teufelsberg. Auf der anderen Seite werden die Trasseilenden in ähnlicher Weise abgelenkt und verankert.

Die Abbildungen 5 und 6 geben Bilder derselben Drahtseilbahn an ihrem neuen Standort in St. Georgen am Steinfeld, und zwar Abbildung 5 den Verlauf der Linie zur hochgelegenen Endstation, und Abbildung 6 den Einlauf der Drahtseilbahn in die Endstation. Es zeigt sich auf diesen Bildern auch sehr anschaulich, wie die Bahn durchaus nicht die Bauarbeiten bei der Ueberschreitung des Geländes stört.

Wenn sich, wie diese Beispiele beweisen, Drahtseilbahnen schon bei verhältnismäßig einfachem Gelände als vorteilhaft für die Ausführung von Bauten zeigen, so sind sie von hervorragender Bedeutung, wenn es sich um die Ausführung baulicher Arbeiten im Gebirge handelt, denn hier wären die Baumaterialien sonst auf den schwierigsten Pfaden und mit großer Mühe, vielen Gefahren und erheblichen Kosten an Ort und Stelle zu bringen, oder man müßte zunächst besondere Zubringewege bauen, deren Herstellung und Unterhaltung die ganze Bauausführung sehr verteuern würde. Man verzichtet daher in solchen Fällen immer häufiger auf Pfade und Wege und benutzt zur Anfuhr der Baustoffe und zur Fortschaffung des Aushubes auch nicht mehr Tiere oder Lokomotiven, sondern baut von einem günstig gelegenen Punkte aus bis zum Bauplatz eine Drahtseilbahn und befördert die Materialien hoch über das unzugängliche Gelände hinweg. Die Ausgabe für die Aufstellung einer Drahtseilbahn wird dabei meist wesentlich geringer sein, als die im anderen nötigen Aufwendungen für Wegebauten zum Bauplatz. Außerdem ist zu beachten, daß die Aufstellung einer Drahtseilbahn ganz bedeutend weniger Zeit erfordert, als die Ausführung von Wegebauten. — (Schluß folgt.)

Literatur.

Protokoll der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten am 16.—18. Februar 1911 (XXXIV. Generalversammlung). Berlin 1911. Verlag der Tonindustrie-Zeitung G. m. b. H.

Vor einiger Zeit ist das Protokoll der Verhandlungen der 34. Generalversammlung des Vereins erschienen, über welche wir in No. 4 der „Mitteilungen“ schon berichtet und später in No. 7 noch einige Ergänzungen über bestimmte Fragen hinzugefügt haben. Das umfangreiche, mit einigen Abbildungen ausgestattete Druckheft umfaßt 446 Seiten Text und enthält neben den Verhandlungen geschäftlicher Natur und den Berichten der einzelnen Kommissionen eine Reihe interessanter Vorträge, die sich teils auf die Zementfabrikation, teils auf die Konstitution und die Eigenschaften des Portland-Zementes, teils auf die Portland-Zementindustrie angehende wirtschaftliche Fragen beziehen. Unter letzteren verdient namentlich ein Vortrag von Dir. Walt. Hensel, der die Frage der Notwendigkeit eines Schutzzolles für den deutschen Portland-Zement behandelt, dadurch allgemeineres Interesse, daß ihm umfangreiche statistische Mitteilungen über die Erzeugung von Portlandzement in Deutschland, Dänemark, der Schweiz, den Vereinigten Staaten und anderen Ländern von 1885—1910, über die Ausfuhr von Zement aus Deutschland, Nordamerika, Belgien und England in der gleichen Zeit gemacht und dann noch besondere Tabellen über die Ausfuhr Deutschlands nach verschiedenen Ländern und die Einfuhr fremder Zemente nach Deutschland beigegeben wurden. Die Ausführungen lassen die schwierige Lage der deutschen Portland-Zementindustrie erkennen, die bei stetiger Zunahme ihrer Erzeugung (1910 konnten etwa 43 Mill. Normalfaß zu 170 kg hergestellt werden), im Auslande stetig an Absatzgebiet verloren hat (1885 Ausfuhr 45,0% der Gesamterzeugung, 1910 nur noch 14,6%), während andererseits, namentlich von Belgien her, Deutschland immer stärkere Zufuhr von ausländischem Zement erhält.

Für den Bauingenieur bieten die Berichte der Meerwasserkommission, die das Verhalten des Zementes und Betons im Seewasser verfolgten, sowie die Berichte über die Untersuchungen des Vereinslaboratoriums betr. Verhältnis von Festigkeit und Wasserdurchlässigkeit von Betonmischungen verschiedener Zusammensetzung, die aber noch nicht abgeschlossen sind, das meiste Interesse.

Die alljährlich erscheinenden Berichte wachsen sich immer mehr zu wichtigen Quellen für die Entwicklung der Zement-Industrie und die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Zementchemie aus.

Gesetzmäßigkeiten in der Statik des Vierendeel-Trägers nebst Verfahren zur unmittelbaren Gewinnung der Einflußlinien durch Reihenbildung. Von Reg.-Bmstr. Dr.-Ing. Ludwig Freytag. Verlag R. Oldenbourg in München-Berlin. Pr. 1,60 M.

Dieser kleinen Schrift liegt der Gedanke zugrunde, daß die statischen Werte eines nach einem einfachen geometrischen Gesetz gebildeten Trägers bei einfachen Belastungsarten (parallele Lasten) auch einer mathematisch leicht darstellbaren Gesetzmäßigkeit unterworfen sind. Der Verfasser benutzt zur Darstellung der Gesetzmäßigkeit der Stabkräfte des Vierendeel-Trägers die arithmetischen Reihen höherer Ordnung und gelangt damit zu einem einfachen Berechnungsverfahren.

Da in der Schrift der leichteren Uebersichtlichkeit wegen die Rechnung eines Vierendeel-Trägers mit parallelen Gurtungen und 7 Feldern durchgeführt wird, ist die Benutzung des neuen Verfahrens für die Praxis wesentlich erleichtert. Die kleine Schrift kann deshalb der Beachtung der Eisenbetontheoretiker, die mit solchen Trägern zu tun haben, empfohlen werden. — Hager.

Vermischtes.

Verschiebung des Eisenbeton-Kursus der Technischen Hochschule zu Aachen. Von der Technischen Hochschule zu Aachen erhalten wir folgende Zuschrift: „Da nach einer Erklärung des Hrn. Ministers der öffentlichen Arbeiten die Teilnahme der Staatsbaubeamten an dem in der Zeit vom 2. bis 21. Oktober d. J. angesetzten Fortbildungskursus für Statik und Eisenbetonbau an der Technischen Hochschule in Aachen nicht zu ermöglichen ist, andererseits aber der Wunsch besteht, keine Sonderkurse zu veranstalten, ist der geplante Kursus auf das Frühjahr oder den Herbst des nächsten Jahres verschoben worden. Genauere Angaben werden später erfolgen.“ —

Inhalt: Der Eisenbeton beim Bau der Norddeutschen Oelwerke in Hamburg. (Schluß). — Entwicklung der Zementindustrie. — Drahtseilbahnen bei der Ausführung von Ingenieurbauten. — Literatur. — Vermischtes. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselein in Berlin.
Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg. P. M. Weber in Berlin.